

Int. Cl. 4:  
**G01 B 21/02**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

(21) Aktenzeichen: P 34 26 863.4  
 (22) Anmeldetag: 20. 7. 84  
 (43) Offenlegungstag: 23. 1. 86



B3

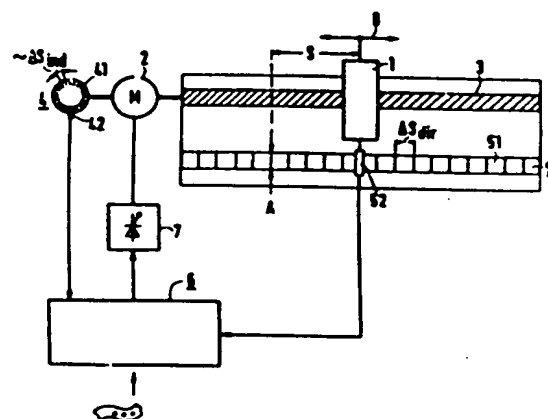
**DE 3426863 A1**

⑦ Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

**(72) Erfinder:**  
Baisch, Roderich; Gose, Horst; Papiernik, Wolfgang.  
Dr., 8520 Erlangen, DE

**54) Einrichtung zur Lagemessung bei einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine oder dergleichen**

Die Erfindung betrifft eine verkodierte Lagemessung bei Werkzeugmaschinen durch eine Kombination eines direkten Meßsystems (5) und eines indirekten Meßsystems (4). Hierdurch sind u. a. pendelfreier Genauheit, Erhöhung der Reagegenauigkeit und automatische Ausmessung von Spindelsteigungsfehlern möglich.



**DE 3428863 A1**

20.07.84

3426263

Siemens Aktiengesellschaft  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA 84 P 3271 DE

5 Einrichtung zur Lagemessung bei einer numerisch ge-  
steuerten Werkzeugmaschine oder dergleichen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur La-  
gemessung bei einer numerisch gesteuerten Werkzeugma-  
10 schine oder dergleichen, bei der ein direktes Lagemeß-  
system an dem durch einen Antrieb zu bewegendem Maschi-  
nenteil angeordnet ist.

Lagemeßsysteme der vorstehend beschriebenen Art sind bei-  
15 spielsweise aus der DE-PS 12 14 307 bekannt. Der eigent-  
liche Maßstab kann dabei rein inkremental, z.B. als  
Glasmaßstab mit Strichteilung oder als induktiver Line-  
armaßstab ausgebildet sein, bei dem die abgegriffenen  
Spannungen letztlich wieder in Pulse umgesetzt werden.

20

Es ist ferner auch bereits aus der vorstehend genannten  
Patentschrift bekannt, mehrere periodisch gestufte ana-  
loge Meßsysteme gleichzeitig vorzusehen, um einen großen  
Meßbereich überstreichen zu können.

25

Eine wesentliche Rolle für das Verhalten der Lagerege-  
lung im Rahmen einer numerisch gesteuerten Werkzeugma-  
schine spielt die Auflösungseinheit im Lagemeßsystem. Bei  
inkrementellen Lagemeßverfahren beträgt der Meßunempfind-  
30 lichkeitsbereich  $\pm$  ein Inkrement. Dieser Unempfindlich-  
keitsbereich wirkt im Lageregelkreis als Hystereseglied,  
wodurch Pendelungen der Amplitude von der Größe  $\pm$  ein  
Inkrement auftreten können. Um die Auswirkungen auf das  
Werkstück klein zu halten, muß daher die Auflösungseinheit  
35 in der Regel mindestens zwei- bis dreimal größer sein

als die gewünschte Meßgenauigkeit.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Lagemessung so auszubilden, daß die Systemgenauigkeit mit relativ einfachen Mitteln wesentlich erhöht werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zusätzlich ein mechanisch mit dem Antrieb gekoppeltes indirektes Lagemeßsystem vorgesehen ist, dessen Meßauflösung mindestens vier mal größer als die Meßauflösung des direkten Lagemeßsystems ist und daß die Meßwerte beider Lagemeßsysteme zueinander in Beziehung gesetzt werden.

15

Mit Vorteil wird dabei die Meßauflösung des indirekten Lagemeßsystems mindestens zehnfach so groß als die Meßauflösung des direkten Lagemeßsystems gewählt.

20 Durch die Kombination von direkten und indirekten Meßsystemen sind verschiedene Verbesserungen im Rahmen einer Lageregelung möglich, z.B. läßt sich ein pendelfreier Genauhalt beim direkten Meßsystem durch unterlagerte indirekte Messung mit höherer Auflösung erreichen; ferner auch eine Erhöhung der Regelgenauigkeit, z.B. erhöhte Konturgenauigkeit im Rahmen einer Interpolation.

Zur Verbesserung der Regelgenauigkeit ist es auch oft von Nutzen, genau Spindelsteigungsfehler und sonstige Fehler bestimmen zu können. Im Rahmen der Verwendung beider Meßsysteme ist es z.B. durch Verhältnisbildung der Meßwerte möglich, automatisch die Spindelsteigung und den Spindelsteigungsfehler der zum Antrieb des Maschinenteils benützten Spindel selbsttätig auszumessen oder auch das Umkehrspiel (Lose) im mechanischen

System zu erfassen.

Die Verwendung eines zweiten indirekten rotatorischen Meßsystems führt dabei häufig nicht zu allzugroßen Aufwand, da unter Umständen ein derartiges zweites Meßsystem gleichzeitig auch als Ersatz für eine Tachometermaschine verwendet werden kann, da ja die Frequenz der von diesem System abgegebenen Pulse ein Maß für die Motordrehzahl ist.

10

Anhand eines schematisch in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels sei die Erfindung näher erläutert: Wie aus der Zeichnung ersichtlich, treibt ein als Antrieb dienender Gleichstrommotor (2) über eine Spindel (3) das zu bewegendende Maschinenteil, z.B. einen Vorschubschlitten (1) an. Dieser Vorschubschlitten 1 ist durch den Antrieb in Richtung des Doppelpfeiles 8 an der nicht gezeigten Werkzeugmaschine verschiebbar. Der Motor 2 wird von einem Gleichrichtergerät 7 gespeist, das seine Ansteuerbefehle aus einer bekannten Rechnersteuerung (6) über entsprechende Lage-, Drehzahl- und Regelkreise erhält. Im Regelfall ist der Lageregelkreis Bestandteil der eigentlichen Rechnersteuerung 6.

25 Zur Lagemessung ist einmal parallel zur Spindel, d.h. parallel zum Weg des zu verfahrenen Schlittens 1 ein inkrementelles Linearmeßsystem 5 angeordnet, das aus dem eigentlichen Maßstab 51 mit der Meßauflösung  $\Delta s_{dir}$  und dem zugeordneten Abtastkopf 52 besteht, der mit dem Schlitten 1 mechanisch verbunden ist. Beim Überfahren jedes Teilungsmaßstabsstriches wird vom Abtastkopf 52 ein entsprechender Impuls an die Steuerung 6 geliefert. Zusätzlich ist mit dem Motor noch ein indirektes rotatorisches Meßsystem 4 gekuppelt, das aus der mit Impulsmarken am Umfang versehenen Pulsscheibe 41 und einem ortsfesten Abtaster 42 besteht. Auch hier gelangen je-

weils bei Überstreichen einer Teilung am Umfang entsprechende Impulse des Meßsystems 4 zur Steuerung 6.

Die Meßauflösung  $\Delta s_{ind}$  des Systems 4 ist dabei z.B. um  
5 den Faktor 10 größer als die Meßauflösung des Systems 5 gewählt.

Hierbei bestimmt sich  $\Delta s_{dir}$  z.B. aus der Gitterkonstanten des Linearmaßstabes 51 und  $\Delta s_{ind}$  aus der Strichzahl  
10 N des Gebers 4 und der Steigung G der Spindel 3.

Soll der Schlitten 1 z.B. in die gewünschte Position A gebracht und dort ein pendelfreier Genauhalt erzielt werden, so kann von der eingezeichneten Lage aus zu-  
15 nächst zum Verfahren der Linearmaßstab 51 benutzt werden. Es wird hierzu z.B. eine der Strecke s entsprechende Zahl von Pulsen in einer Zählvorrichtung in der Steuerung 6 eingestellt und diese Zählvorrichtung durch jeden Puls, der vom Meßsystem 5 kommt, zurückgezählt und der  
20 Zählzustand zur Steuerung des Motors 2 benutzt. Ist der Zählzustand Null, d.h. der Schleppabstand Null (Position A ist erreicht) wird dann steuerungsintern auf das wesentlich höhere auflösende indirekte Meßsystem 4 umgeschaltet. Pendelungen vom Umfang der Teilung des Li-  
25 nearmaßstabes werden dadurch verhindert, d.h. man erhält einen Genauhalt bis auf eine Auflösungseinheit des indirekten Meßsystems.

Das indirekte Meßsystem kann auch zur Erhöhung der Regelgenauigkeit verwendet werden, und zwar in der Weise,  
30 daß das indirekte Meßsystem nicht nur zum Genauhalt, sondern zusätzlich zur Interpolation herangezogen wird. Ist z.B. die Auflösung des indirekten Meßsystems 4 zehnmal höher als die des direkten Meßsystems 5, so kommen  
35 auf ein Meßinkrement des Linearmaßstabes 51 zehn Meßinkremente des Lagesystems 4. Wird also z.B. nach Er-

- 5 - VPA MAP 3271 DE

- reichen der Position A vom Maßstab 5 auf das indirekte Meßsystem 4 umgeschaltet, so können neun weitere Zwischenpositionen erreicht werden, bis wiederum das nächste Inkrement des Linearmaßstabes 51 zur Wirkung kommt.
- 5 Die Genauigkeit läßt sich also durch Umschaltung im vorliegenden Beispiel um ungefähr den Faktor 10 steigern.

Durch die Benutzung eines zweiten Wegmeßsystems können auch selbsttätig durch Vergleich der Winkelinkremente

10 die Steigung der Spindel 3 sowie eventuelle Spindelsteigungsfehler bestimmt werden. Die Kenntnis dieser Steigungsfehler ist z.B. für hochgenaue Regelungen von großem Interesse.

- 15 Für einen vom Schlitten zurückgelegten Weg  $s$  gilt:  
 $s = \Delta s_{\text{dir}} \cdot \mu = \Delta s_{\text{ind}} \cdot v$ , wobei  $\mu, v$  ganze Zahlen sind.

Hierbei bestimmt sich  $\Delta s_{\text{dir}}$  aus der Gitterkonstanten des Linearmaßstabes 51. Die Auflösung  $\Delta s_{\text{ind}}$  ist durch die

20 Strichzahl  $N$  der Geberscheibe 41 und die Steigung  $G$  der Spindel 3 gegeben zu

$$\Delta s_{\text{ind}} = \frac{G}{N}$$

Es ist also:

25  $s = \Delta s_{\text{dir}} \cdot \mu = \frac{G}{N} \cdot v$  und

$$G = \Delta s_{\text{dir}} \cdot N \cdot \frac{\mu}{v}$$

Bei konstanter Spindelsteigung muß der Wert  $G$  und so-

30 mit ebenfalls das Verhältnis  $\frac{\mu}{v}$  konstant sein. Spindelsteigungsfehler lassen sich also durch unterschiedliche Verhältnisse erfassen und auswerten.

Eine außerhalb des Lageregelkreises liegende Umkehr-

35 spanne kann für die Bewegungsrichtungsumkehr durch einen Korrekturwert in der numerischen Steuerung kompensiert

20.07.84

3426863

- 6 - VPA 84P 3271 DE

werden, sofern sie belastungsunabhängig ist (Lose). Es ist deshalb von Nutzen, wenn selbsttätig die Lose bestimmt werden kann, die zwischen indirektem Meßsystem und Schlittenposition liegt. Diese Gesamtlose läßt sich  
5 einfach dadurch bestimmen, daß ausgehend von einer Grobposition des Linearmaßstabes, z.B. Position Null, solange in einer Richtung verfahren wird, bis der Übergang zur nächsten Grobposition vom direkten Meßsystem 5 angezeigt wird. Dann wird die Verfahrerrichtung des Motors 2  
10 umgekehrt. Die genannte Lose ist dann gegeben durch die Zahl der Weginkremente, die vom indirekten Meßsystem 4 vom Zeitpunkt der Verfahrerrichtungsumkehr an bis zum erneuten Erreichen der Grobposition Null durch das Meßsystem 5 registriert wird.

15

5 Patentansprüche

1 Figur

20.07.84

3426863

- 7 - VPA 84 P 3 2 7 1 DE

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Lagemessung bei einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine oder dergleichen, bei der  
5 ein direktes Lagemeßsystem an dem durch einen Antrieb zu bewegendem Maschinenteil angeordnet ist, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zusätzlich ein mechanisch mit dem Antrieb (2) gekuppeltes indirektes Lagemeßsystem (4) vorgesehen ist, dessen Meß-  
10 auflösung mindestens viermal größer als die Meßauflösung des direkten Lagemeßsystems (5) ist und daß die Meßwerte beider Lagemeßsysteme (4, 5) zueinander in Beziehung gesetzt werden.

15 2. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t, daß die Meßauflösung des indirekten Lagemeßsystems (4) mindestens zehnmal größer als die Meßauflösung des direkten Lagemeßsystems (5) gewählt ist.

20

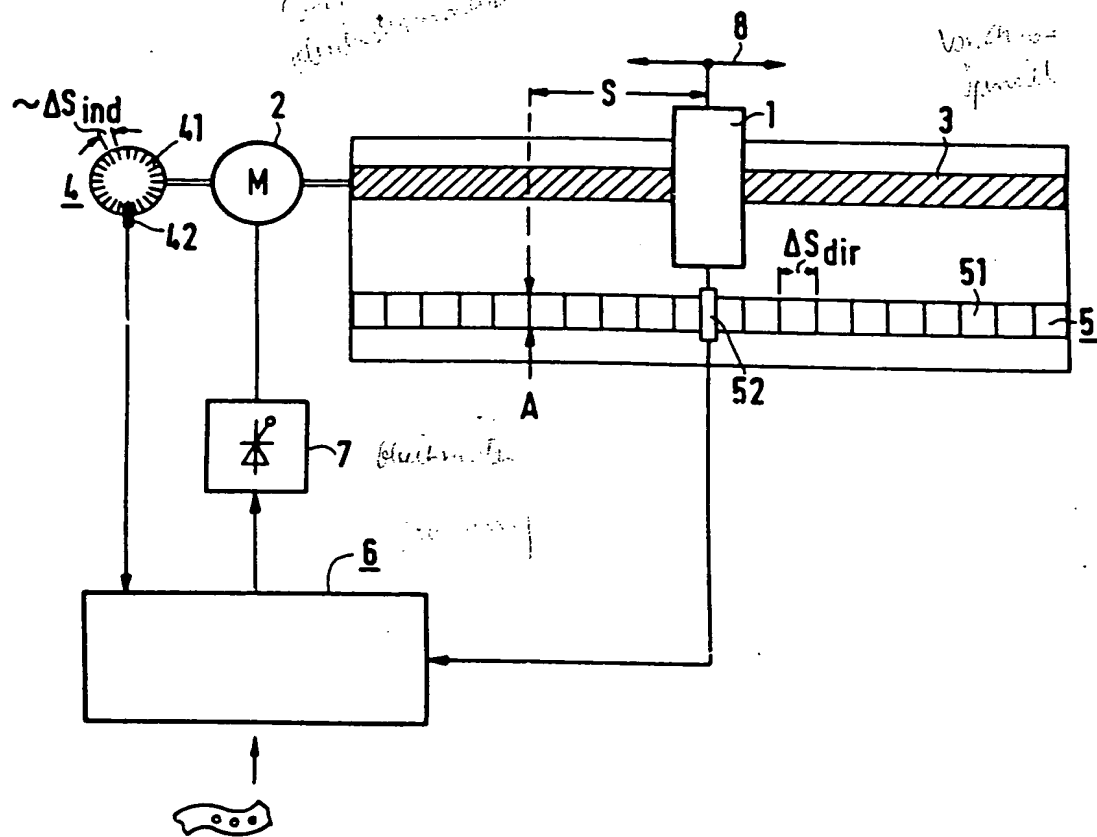
3. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t, daß das indirekte Lagemeßsystem (4) dem direkten Lagemeßsystem (5) unterlagert ist.

25

4. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t, daß das Verhältnis der Meßwerte beider Lagemeßsysteme (4, 5) zur selbsttätigen Bestimmung von Spindelsteigung und/oder Spindelstei-  
30 gungsfehler einer mit dem Antrieb (2) gekuppelten Spindel (3) zur Bewegung des Maschinenteils (1) dient.

5. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t, daß das indirekte Meßsystem  
35 (4) zur selbsttätigen Ausmessung des Umkehrspiels zwischen indirekten Meßsystem (4) und Maschinenteil (1) dient.





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**